

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-106
補助事業名 平成27年度 6脚クローラ型不整地移動ロボットの開発 補助事業
補助事業者名 東北工業大学工学部 知能エレクトロニクス学科 藤田豊己

1 研究の概要

6脚を有するクローラ型不整地移動ロボットを開発した。このロボットの基本移動性能として、斜面等の不整地での移動と6脚による歩行動作を確認した。また、クローラのみでは移動困難な大きな溝での脚による補助による物体運搬しながらの乗り越え移動を検討し、実験により有効性を確認した。さらに、深度とカメラ画像情報を得るセンサシステムを構築し、対象物を検出することによる自律的作業動作を可能にした。

2 研究の目的と背景

災害や事故等の危険な現場において、ロボットがレスキュー活動や関連作業を遂行することに期待が高まっている。ロボットは不整地現場を移動して情報収集するのみならず、そこで自ら作業を遂行する必要があるが、従来のロボットは移動機構が中心に考慮されており、作業への考慮が不十分である。具体的には、以下の問題がある。

- 脚部にクローラ機構が備わっている不整地移動ロボットが考案されているが、移動しながらの作業が困難である。

- 作業腕を有するクローラ型ロボットが開発されているが、その多くが腕が1個しかなく、物体の運搬などの作業ができない。

上記の問題を解決する構成として、複数の脚を有するクローラロボットが考えられる。特に、移動性能や作業能力の向上のためには6脚を有することが望ましい。

そのため、本研究では、胴体にクローラが装着された6脚を有する不整地移動ロボットを開発し、路面状況に応じて移動形態を切り替えることで移動性能を向上し、現場での作業に有益となるよう移動しながらの運搬、把持、除去などの物体操作が可能となることを目的とする。

3 研究内容

6脚クローラ型不整地移動ロボットの開発

(<http://www.eis.tohtech.ac.jp/study/labs/fujita/FUJITALAB/research/hexapod-track-ed-robot-j.html>)

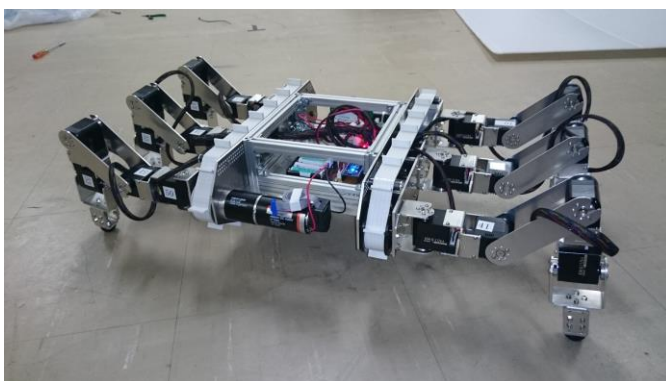
クローラを有する胴体の左右両側に各3脚を装着した構成としてロボットを設計・製作した。脚機構は4自由度のシリアルリンク機構とし、脚による直立時の機体の高さとその時の各関節角度を求め、最も適切な脚リンクの長さを決定した。胴体部は、クローラ移動の安定

化を行うために機体重心をなるべく低くし、クローラベルトの接地距離を広くした。また、脚機構の増加による機体重量の増加を抑えるために、フレームの肉抜きやクローラベルトの幅を狭くするように設計を行った。3-D CADソフトウェアを用いて機体設計し、それを2-D CADのデータに変換してアルミフレームをCNCフライスにより切削した。

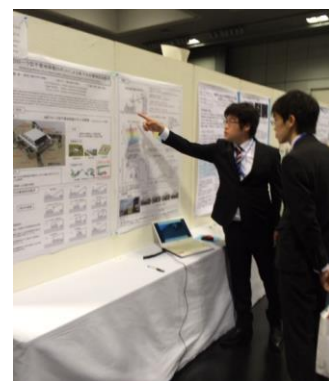
開発したロボットを下図左に示す。機体のサイズは、幅350[mm]、奥行370[mm]、高さ150[mm]となった。重量は10.5[kg]となり、重量の増加を抑えることができた。制御システムは、クローラ制御部(Track Control Unit)と脚機構制御部(Leg Control Unit)、そしてマイクロコンピュータ「mbed LPC 1768」から成る。マイクロコンピュータより脚機構制御部に各脚関節角度の指令が送信され、クローラ制御部には駆動速度指令が送られる。各制御部では受信した指令値に従って制御が行われる。

開発したロボットの基本動作実験として、クローラによる不整地走行と6脚による静歩行を行い、傾斜10°の不整地登坂と安定した静歩行を確認した。

本ロボットは、クローラ移動時に各脚を作業腕として使用することで、移動しながらの対象物の操作や運搬を可能とする。さらに、作業しながらの脚とクローラの同時使用による作業と移動が可能である。例えば、クローラ移動だけでは越えることができない大きな溝を、脚の補助により移動するとともに対象物を安定して運搬することができる。本研究では、この動作について検討し、実機実験より有効性を示した。一般のロボットでは胴体の半分の幅までしか乗り越えができないが、本ロボットにより、胴体長さに対してほぼ70[%]の幅の溝を、脚による補助により対象物を運搬しながら乗り越えを確認した。



開発した6脚クローラ型不整地移動ロボット



学会での研究発表

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究で開発したロボットにより、災害や事故において従来のロボットにはできなかった現場での物体操作等の作業が可能となる。人間が入ることが困難な危険な現場でも作業が可能となるので、一刻を争う状況において迅速な救助活動に対応できる。また、レスキュー隊員の負担も軽減することが期待できる。近年の自然災害は規模が大きくなる傾向があり、レスキュー隊員でさえも危険となる状況も少なくない。本ロボットはそのような場合で特に有効となり、本研究成果の重要性は非常に高いと言える。

そして、本研究の成果により、不整地移動において、ロボットによるクローラと脚を用いた新たな様々な形態での移動方法を新規に示すことができた。今後、より効率的な移動を実現することができ、不整地現場でのロボットの移動性能の向上や、作業しながらの移動が可能になる。また、本構成のロボットにより実際の救助活動に向けた様々な要素技術についての課題が明らかになり、この分野の研究がさらに加速されることが期待できる。その結果、レスキュー現場でのロボットによる活動の実現可能性が高まる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで知能ロボットに必要な視覚機能の研究をしてきた。今回の研究により、対象となるロボットが明確となった。本ロボットでの活動現場、作業状況で有効となる技術の開発に向けた具体的な研究テーマを設定することで、知能ロボットの実現に貢献していきたい。

また、本ロボットは、研究室学生と議論を重ね、学生自らの作業により開発をすすめていった。その過程で学生たちはロボット工学への知識を高め、設計・製作技術を身につけることができた。これらの点で本研究では教育的にも非常に効果的であった。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【発表論文等】

国際会議論文（3件）

1. Toyomi Fujita and Tige Sasaki, "Consideration on a Crawler Robot with Six Legs," In Proceedings of The 2016 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB 2016), pp. 88--91, 2016

2. Toyomi Fujita, Taiga Sasaki, and Yuichi Tsuchiya, "Hybrid Motions by a Quadruped Tracked Mobile Robot," In Proceedings of 2015 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR2015), 2015

3. Toyomi Fujita and Yuichi Tsuchiya, "DEVELOPMENT OF A QUADRUPED TRACKED MOBILE ROBOT," In Proceedings of the ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2015,

【学会発表】

1. 瀬川渉, 藤田豊己, ``双腕クローラ型不整地移動ロボットによる RGB-D センサを用いた箱状対象物の把持位置検出の精度評価,``平成28年東北地区若手研究者研究発表会, 2016年3月1日, 郡山

2. 佐藤郁弥, 藤田豊己, ``不整地作業用ロボットの形態可変型ハンド機構の開発,``平成28年東北地区若手研究者研究発表会, 2016年3月1日, 郡山

3. 佐々木大雅, 藤田豊己, ``6脚クローラ型不整地移動ロボットの開発,``平成28年東

